

ゴム支承の初期変位が橋梁の地震応答に及ぼす影響

独立行政法人土木研究所 正会員 ○小倉 裕介

独立行政法人土木研究所 正会員 運上 茂樹

国土交通省総合政策局 正会員 星隈 順一

1. 目的

ゴム支承を用いた多径間連続構造を有するプレストレストコンクリート橋の場合には、プレストレス導入による弾性変形、クリープおよび乾燥収縮による桁の収縮が大きくなる。予備せん断変形を与えずにゴム支承を架設した場合、PC 橋梁の地震時の応答は、支承や下部構造に桁の収縮による初期変位や初期断面力が残留した状態から生じることになるが、この初期変位や断面力が地震時の応答にどの程度影響するかは明らかにされていない。そこで、本研究はゴム支承を採用した橋長 200m の 5 径間連続 PC 箱桁橋を対象に、桁の収縮を考慮した非線形地震応答解析を行い、上部構造の収縮が地震時応答に与える影響について検討したものである。

2. 解析方法

図-1 に橋梁全体系の非線形解析モデルを示す。橋脚躯体部、橋台躯体部、上部構造は剛体とし、橋脚基部には橋脚躯体の変形をモデル化した非線形回転バネを設置した。橋脚基部の非線形回転バネの骨格曲線は、トリリニアの完全弾塑性型とした。基礎地盤およびゴム支承は線形バネ要素としてモデル化した。橋脚およびゴム支承の最適設計は行っていない。粘性減衰はひずみエネルギー比例減衰とし、部材毎の減衰定数は支承 4%、橋脚 2%、基礎地盤 10%とした。運動方程式の解法には、Newmark の β 法を用い、積分時間間隔は 1/2000 秒とした。入力地震動はⅡ種地盤用レベル 2TypeⅡ地震動の鷹取 NS、鷹取 EW、葺合の 3 波形を用いた。

桁の収縮による動的解析への影響は、以下のように考慮した。まず、不動点を桁中央とし、桁の収縮量は 8cm とした。次に、桁の収縮により橋梁に生じる断面力を表-1 に示すように算出し、その断面力を運動方程式の復元力ベクトルの初期値として入力した。また、比較のため収縮を考慮しない場合についても解析を行った。

3. 解析結果

図-2 に各地震動における桁中央の変位時刻歴を示す。応答値の符号は A2 橋台方向の変位を正とする。これによると、鷹取 NS、鷹取 EW は A1 橋台側に、葺合は A2 橋台側に最大応答値が発生していることがわかる。

図-3 は、支承の最大変位と、3 波形による平均値を示したものである。桁の収縮を考慮しない図-3(a) では、橋台の変位は 0.75m 程度であったが、収縮を考慮した図-3(b) では 0.7~0.8m の範囲でばらつき、A1 橋台では葺合の変位が大きく、鷹取 NS と鷹取 EW の変位が小さくなっている。これは、支承の初期変位と地震動の最大変位の方法が同じ場合は支承の変位は大きくなり、異なる場合は小さくなるためである。大規模地震時には一般に橋台は前面方向に変位するため、実際には橋台上の支承の影響は低減すると推定される。

次に、橋脚上の支承について検討する。橋脚上の支承の作用力は橋脚の降伏耐力と等しくなることから、支

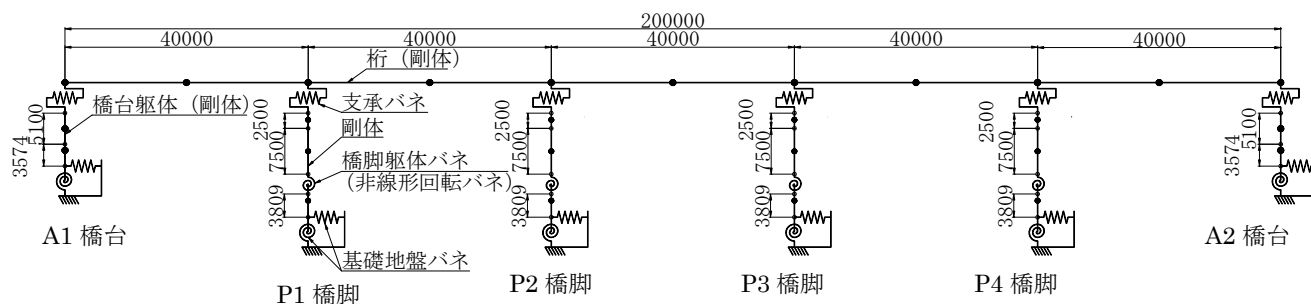


図-1 解析モデル

キーワード ゴム支承、クリープ、乾燥収縮、地震

連絡先 〒305-8516 茨城県つくば市南原 1 番地 6 TEL 029-879-6773

表-1 ゴム支承および橋脚の初期条件

	桁収縮 移動量 (cm)	橋脚 耐力 (kN)	初期 水平力 (kN)	支承 変位 (cm)	橋脚 変位 (cm)
A1	4.00	—	246	3.95	—
P1	2.40	6589	261	2.16	0.07
P2	0.80	6497	87	0.72	0.02
P3	-0.80	6497	-87	-0.72	-0.02
P4	-2.40	6589	-261	-2.16	-0.07
A2	-4.00	—	-246	-3.95	—

(A1→A2 方向の変位, 作用力を正とした)

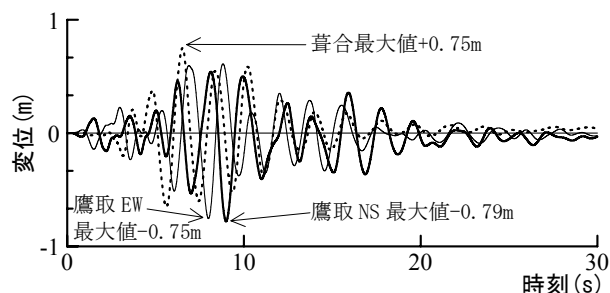
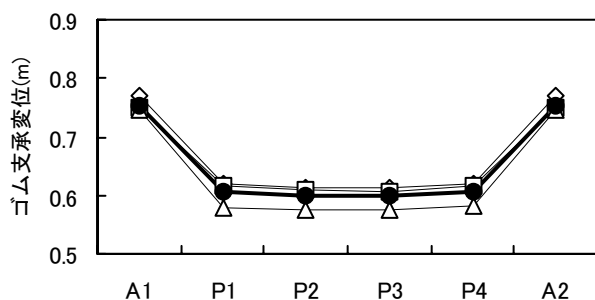
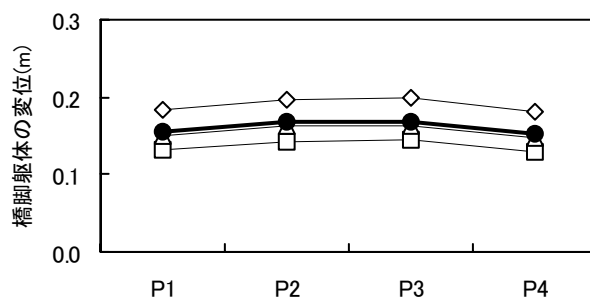


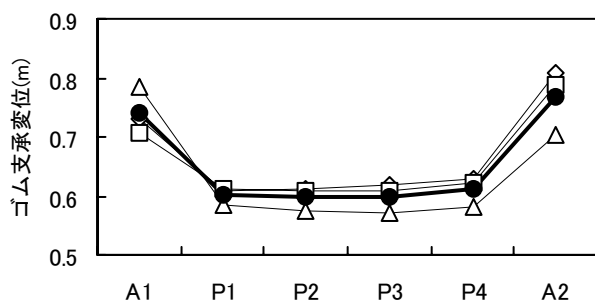
図-2 桁の応答変位時刻歴



(a) 桁の収縮を無視した場合



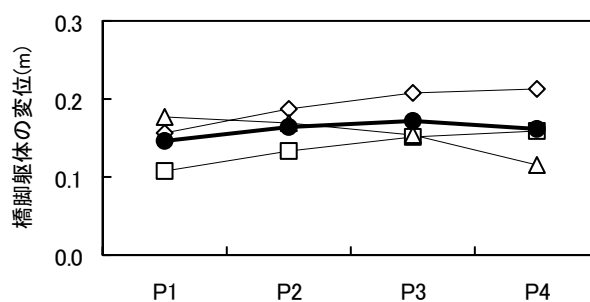
(a) 桁の収縮を無視した場合



(b) 桁の収縮を考慮した場合

◇ : 鷹取 NS □ : 鷹取 EW △ : 葺合 ● : 平均

図-3 ゴム支承の最大応答変位



(b) 桁の収縮を考慮した場合

◇ : 鷹取 NS □ : 鷹取 EW △ : 葺合 ● : 平均

図-4 橋脚躯体の最大応答変位

承の変位は桁の収縮の有無にかかわらず 0.6m 程度となるが、橋脚と支承の振動の位相差により P1, P4 橋脚で 1cm 程度（初期変位の 50%程度）の差が桁の収縮によって生じている。また、橋台および橋脚上の支承について、3 波形の平均値により桁の収縮の有無による応答値を比較すると、その差は 2%以下と小さくなる。

図-4 は、橋脚躯体の最大変位と、3 波形による平均値を示したものである。桁の収縮を考慮しない図-4(a)では桁中央に対して対称に橋脚の変位が分布しているが、桁の収縮を考慮した図-4(b)では、桁の最大応答変位が発生する正負方向の影響を受けていることがわかる。波形による応答値の差は P4 橋脚がもっとも大きく 0.12m~0.21m のばらつきがみられたが、3 波形の平均値により桁の収縮の有無による応答値を比較すると、その差は 4%以下と小さくなる。

4. 結論

本検討で得られた結果を以下に示す。

- 1) 橋脚上の支承では、橋脚と支承の振動の位相差により、初期変位の 50%程度の影響が生じる結果が得られた。
- 2) 橋脚の応答変位は、初期変位程度の影響が生じる結果となった。
- 3) 3 波形の地震動による平均を設計値とする場合は、桁の収縮の有無により設計値が大きく相違しない結果となった。